5Ш

УДК 681.31

Б.М. Шевчук, В.К. Задірака, С.В. Луц, В.К. Луц
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, м. Київ
Україна, 03680 МПС, м. Київ, проспект академіка Глушкова, 40, incors@ukr.net

Ефективні за швидкодією і точністю кодування методи оперативної обробки, кодування та передачі інформації для побудови бортових засобів мобільних роботів і рухомих систем*

B.M. Shevchuk, V.K. Zadiraka, S.V. Luts, V.K. Luts
V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of National Academy of Sciences of Ukraine,
c. Kyiv Ukraine, 03680 MSP, c. Kyiv, Glushkova ave., 40, incors@ukr.net

Effective for Speed and Accuracy of Operative Coding Methods of Processing, Encoding and Transmission of Information to Build a Board with Mobile Robots and Mobile Systems

Б.М. Шевчук, В.К. Задирака, С.В. Луц, В.К. Луц
Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, г. Киев
Украина, 03680 МПС, г. Киев, проспект академика Глушкова, 40, incors@ukr.net

Эффективные по быстродействию и точности кодирования методы оперативной обработки, кодирования и передачи информации бортовыми средствами мобильных роботов и подвижных систем

З урахуванням мінімізації обчислювальних операцій бортовими засобами мобільних роботів і рухомих систем у статті запропоновані методи та алгоритми оперативної обробки, кодування сигналів і відеосигналів, компактного, криптостійкого та завадостійкого кодування масивів даних, формування мінімізованих за тривалістю сигнально-кодових послідовностей пакетів інформації, які передаються в безпровідних мережах.
Ключові слова: оптимізація обчислень засобами абонентських систем безпровідних мереж, суттєві відліки сигналів і відеосигналів, компактне, криптостійке і завадостійке кодування даних, формування сигнально-кодових послідовностей, інформаційні пакети.

Subject to minimize computational operations onboard with mobile robots and mobile systems in the articles proposed methods and algorithms for operational processing, coding signals and video signals, compact kryptostiykoho and anti-interference coding data sets, the formation is minimized for the duration of signal coding sequences of packets of information transmitted in the wireless network.
Keywords: optimization of computing systems by means of the user's wireless networks, significant signal samples and video, compact, kryptostiyke and anti-interference coding data forming signal coding sequences packs.

* Стаття написана і опублікована при підтримці Державного фонду фундаментальних досліджень України, проект № Ф54.2/004-2014 «Розробка методів оперативної обробки і передачі інформації для ефективного управління мобільними роботами і рухомими системами».

С учетом минимизации вычислительных операций бортовыми средствами мобильных роботов и подвижных систем в статье предложены методы и алгоритмы оперативной обработки, кодирования сигналов и видеосигналов, компактного, криптостойкого и помехоустойчивого кодирования массивов данных, формирования минимизированных по продолжительности сигнально-кодовых последовательностей пакетов информации, которые передаются в беспроводных сетях.
Ключевые слова: оптимизация вычислений средствами абонентских систем беспроводных сетей, существенные отсчеты сигналов и видеосигналов, компактное, криптостойкое и помехоустойчивое кодирование данных,
формирование сигнально-кодовых последовательностей, информационные пакеты.

Вступ

Широке застосування мобільних роботів (МР) і рухомих систем (РС), включаючи безпілотних апаратів, дирижаблів, висотних повітряних платформ, ґрунтується на використанні високопродуктивних та інформаційно-ефективних бортових систем збору, обробки, кодування та передачі інформації різноманітного характеру. Збору, накопиченню і передачі підлягають моніторингові дані, якими є вихідні сигнали та масиви даних сенсорів, відеосенсорів, пакети даних, прийнятих від віддалених об’єктних систем сенсорних і локально-регіональних безпровідних мереж. Відповідно МР і РС орієнтовані на збір, накопичення бортовими засобами та передачу на центральну станцію комп’ютерної мережі моніторингових сигналів і відеоданих (рухомих і нерухомих зображень), а також ретрансляції пакетів даних в системах екомоніторингу, охоронних системах, системах спостереження за територіями, комунікаціями, сільськогосподарськими та лісогосподарськими угіддями, заповідниками, прибережними смугами та ін. Ефективне вирішення цих завдань досягається шляхом реалізації бортовими процесорами і спеціалізованими пристроями комплексу взаємодоповнюючих методів і алгоритмів оперативної обробки моніторингових сигналів і відеосигналів, стиску-захисту масивів даних та безконфліктної передачі пакетів інформації [1-4]. Використання розповсюджених засобів мобільного зв’язку [5], [6] для вирішення завдань передачі команд управління від центральної станції на МР і РС та моніторингових даних від МР і РС на центральну станцію, включаючи засоби GSM, CDMA, Wi-Fi та ін. технологій безпровідної передачі інформації, є одним із базових варіантів організації зв’язку. Проте дані засоби орієнтовані на передачу інформації при наявності на заданій території складної мережі стаціонарних базових систем і точок доступу до ресурсів комп’ютерних мереж. Тому мобільні термінали і абонентські системи сучасних без провідних мереж не орієнтовані на зв’язок з МР і РС, але можуть успішно використовуватись для реалізації оперативного доступу рухомих роботів і безпілотних апаратів до ресурсів мережі Internet та інших комп’ютерних мереж і ретрансляції моніторингових даних на великі відстані. Альтернативним шляхом передачі даних між центральною станцією та МР і РС є використання радіомереж з самоорганізацією передачі пакетів інформації [7], прикладом яких є сенсорні мережі, побудовані по технології ZigBee [5]. Більш ефективним способом організації функціонування МР і РС є використання бортових засобів, побудованих на базі високопродуктивних мікроконтролерів з мінімальним споживанням енергії, наприклад, процесорів ARM Cortex B3, B4, Cortex A7-A9, A15, A17, які працюють спільно з радіомодулями ISM діапазону частот (ISM – Industrial, Scientific, Medical: 433, 868, 902 – 928 (для США), 2400 МГц) та реалізують оперативні алгоритми стиску, захисту (криптостійкого і завадостійкого) і передачі інформації. При цьому для передачі пакетів даних на великі відстані доцільно використовувати протоколи з самоорганізацією передачі пакетів між сусідніми абонентськими системами (АС), якими є бортові засоби МР і РС з доступом до наявних стаціонарних засобів ретрансляції пакетів (точок доступу, терміналів мобільного зв’язку та АС відомчих мереж).

Невирішеними проблемами при побудові ефективних засобів для зв'язку з МР і РС залишаються завдання, пов'язані з оптимізацією (мінімізацією) обчислень в процесі оперативної реалізації стиску та захисту даних, формування і передачі завадостійких та криптостійких інформаційних пакетів (ІП) бортовими процесорами та спеціалізованими пристроями роботів, безпілотників та інших рухомих систем. Оскільки бортові АС безпровідних мереж виконують функцію перетворення вхідних потоків даних у вихідні потоки ІП, які підлягають ретрансляції сусідніми АС на великі відстані, то кожна АС в місцях зародження інформаційних потоків (на борту МР і РС) повинна мінімізувати кількість вихідних пакетів, їх тривалість, забезпечити умови для успішної передачі ІП з першої спроби, що призводить до мінімізації повторних передач пакетів.

Метою даної роботи є оптимізація процесів обробки, кодування та передачі даних засобами бортових АС безпровідних мереж для зв'язку з МР і РС з урахуванням використання обмежених за продуктивністю бортових процесорів, реалізації швидкодіючої і точної обробки моніторингових даних та досягнення заданих величин ступеня криптозахисту інформації в безпровідних мережах і підтримки поточного рівня захисту даних від спотворень канальними завадами.

Реалізація швидкодіючих і точних методів стиску та захисту сигналів, відеосигналів і масивів даних бортовими засобами МР і РС

Підвищення ефективності функціонування перспективних і діючих радіомереж з пакетною передачею інформації, які є основою організації зв'язку з МР і РС, досягається за рахунок комплексної обробки і кодування даних, зменшення кількості пакет, що передаються, безпосередньо в місцях утворення інформаційних потоків. Враховуючи обмежену ємність бортового акумулятора та обмежену продуктивність процесора бортової АС перевагу слід віддати алгоритмам оперативного стиску та захисту різноманітних даних (сигналів, відеоданих, масивів даних) з виконанням мінімальної кількості обчислювальних операцій. Основою таких алгоритмів є математичні методи оперативної фільтрації, стиску та захисту даних, оптимізовані за швидкодією і точністю кодування [1-3], [8]. При цьому важливо в темпі введення та кодування даних забезпечувати контроль достовірності введення даних, задану точність кодування даних в процесі стиску сигналів та відеосигналів з допустимими (контрольованими) втратами інформації, формування криптостійких і завадостійких ІП. В результаті прийому і декодування даних забезпечується відновлення обвідних сигналів і відеосигналів з заданою точністю, яка визначається задачами та галузями застосування АС МР і РС. З метою мінімізації інформаційних потоків в спільному радіоканалі безпровідної мережі точність кодування даних (поточна частота вибірки і кількість біт для кодування відліків сигналів та відеосигналів) на АС є змінною і задається алгоритмами функціонування засобів МР і РС та командами центральної станції безпровідної мережі. Для оптимізації процесів введення, обробки і кодування даних засобами АС МР і РС необхідна реалізація адаптації точності кодування даних в залежності від умов введення даних (відповідно до рівня шумів у вхідних ланках засобів введення даних, наявності сприятливих чи несприятливих умов і т.ін.), стану об'єктів контролю, наявності відповідних команд, отриманих від центральної станції. Для оптимізації передачі даних в спільному радіоканалі доцільна реалізація адаптивного кодування для формування завадостійких ІП в залежності від рівня шумів в спільному радіоканалі. Відповідно, за надійну доставку точної і достовірної інформації потрібно платити підвищеними інформаційними потоками в спільному радіоканалі, а у випадку порушення умов якісного введення сигналів і відеоданих не має змісту їх кодувати точно передавати дані з підвищеними потоками.

Таким чином в результаті реалізації оперативної та адаптивної обробки і кодування даних на АС бортових засобів МР і РС підвищення ефективності функціонування радіомереж досягається за рахунок суттєвого перевищення інформаційної швидкості передачі ІП $v_{i\max}$ обмеженої величини канальної швидкості $v_{c\max}$, при цьому таке перевищення залежить від сумарного коефіцієнта стиску даних K_c на АС, який відповідає сумарному коефіцієнту підвищення швидкості передачі інформації в робочій смузі частот F каналу зв'язку, вибраної мінімально необхідної величини бази сигналів ІП $B_{\min} = f(\gamma_н)$, де $K_c = K_i \cdot K_{rt}$ – сумарний коефіцієнт стиску даних, K_i – коефіцієнт стиску даних засобами інформаційного рівня АС, K_{rt} – коефіцієнт стиску даних на радіотехнічному рівні засобів АС, який відповідає коефіцієнту підвищення швидкості передачі інформації за рахунок використання багатопозиційних сигналів і ущільнення каналів передачі інформації, $B = F \cdot T_{IS}$ – база інформаційних сигналів ІП (коефіцієнт розширення спектра сигналів), T_{IS} – тривалість інформаційного символу ІП, $\gamma_н = S \cdot T_{IS} /(J / F) = (S / J) \cdot B$ – необхідне енергетичне співвідношення в радіоканалі, J – середня потужність сумарних завад, S – потужність сигналу. При обмежених потужностях абонентських передавачів ефективним способом підтримки необхідної енергетики радіоканалу є використання абонентів-ретрансляторів (сусідніх АС), реалізація канального кодування засобами АС, включаючи завадостійке кодування та перемішування даних. Підвищення ефективності передачі пакетів засобами інформаційного рівня АС МР і РС досягається шляхом оптимізації величини $K_i \to \max K_i$ і $B(\gamma_н) \to B_{\min}$, де $K_i = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$, k_1 – коефіцієнт стиску даних з допустимими втратами, який обмежується особливостями завдань моніторингу, k_2 – коефіцієнт стиску даних без втрат, k_3 – коефіцієнт зменшення тривалості ІП в процесі формування кодово-сигнальних послідовностей (КСП) пакетів, який відповідає коефіцієнту стиску даних в процесі їх передачі.

Перелік та послідовність виконання взаємодоповнюючих алгоритмів функціонування засобів АС наведені на рис. 1. При введенні і обробці сигналів (відеосигналів) оперативно визначаються та компактно кодуються амплітудно-часові характеристики суттєвих відліків (СВ), до яких відносяться екстремуми і точки перегину або точки руху кривої обвідних сигналів і відеосигналів. Слід зазначити, що основою для отримання достовірної інформації в процесі дистанційного моніторингу станів об'єктів, подій, явищ є дотримання умови точного відновлення параметрів СВ сигналів і відеосигналів після реалізації алгоритмів кодування/декодування моніторингових даних та передачі ІП. Важливе відновлення динамічних характеристик обвідних сигналів з урахуванням вимог та особливостей прикладних завдань, галузей застосування адаптивних алгоритмів кодування даних. При цьому в процесі стиску параметрів СВ (глобальних екстремумів (СВ-$Е_{гл}$), локальних екстремумів (СВ-$Е_л$), точок перегину (СВ-ТП)) з допустимими втратами інформації доцільно оперативно визначати найбільш інформативні (чисті від шумів) ділянки сигналу, на яких параметри СВ кодуються максимально точно та неінформативні («зашумлені») ділянки, на яких досягається максимальний стиск даних [1], [3], [8]. Після стиску даних з допустимими втратами в масивах, як правило, присутні збиткові двійкові послідовності даних (довгі послідовності однотипних бітів, n – бітові послідовності в різних комбінаціях, які часто повторюються, $n = 4,5,6,...$). Ці масиви підлягають подальшому стиску без втрат та криптозахисту (блок 2) з використання псевдовипадкових послідовностей

(ПВП), кодові ключі генерації яких відомі тільки абоненту-відправнику та абоненту-приймачу ІП [8]. Беззбиткові та криптостійкі масиви даних, які фактично є псевдо-хаотичними даними, підлягають завадостійкому кодуванню (блок 3), а при передачі ІП, з урахуванням якості каналу зв'язку (рівня шумів в радіоканалі), формуються відповідні завадостійкі кодово-сигнальні послідовності (блок 4) [1].



Рисунок 1 – Послідовність виконання взаємодоповнюючих алгоритмів функціонування засобів АС МР і РС

З урахуванням реалізації адаптивної обробки і кодування даних стиск сигналів здійснюється одним із вибраних алгоритмів, включаючи: стиск сигналів без фільтрації та з точним кодуванням і відновленням всіх СВ (кількість біт АЦП $q = q_{\max}$); з попередньою оперативною фільтрації сигналів та точним кодуванням СВ; з фільтрацією та адаптивним кодуванням параметрів СВ в залежності від оперативно визначених показників рівня вхідних шумів (для «чистих» від шумів СВ $q = q_{\max}$, а для «зашумлених» СВ $q = q_{\min}$); з максимальним стиском даних шляхом усереднення проріджених відліків сигналів, пошуком екстремумів та проміжних СВ на заданому інтервалі між віддаленими СВ-Е і кодуванням всіх СВ з $q = q_{\min}$. Для ефективної передачі відеоданих в умовах обмеженої пропускної здатності радіоканалів оперативно визначаються ключові кадри відеоданих, контури зображень та класифікуються об'єкти зображень і, з урахуванням завдань моніторингу, компактно та якісно кодуються СВ виявлених об'єктів [2], [8]. Всі інші СВ ключових кадрів кодуються найбільш компактно. Для мінімізації інформаційних потоків оперативній передачі підлягають різницеві коди сусідніх або відповідних ключових кадрів відеоданих, а для передачі якісних відеоданих, з урахуванням команд центральної станції, здійснюється якісне кодування і передача всіх СВ ключових кадрів. Оперативний криптозахист стислих масивів даних (з допустимими втратами) засобами АС реалізується в процесі стиску двійкових масивів без втрат [3], [8] шляхом гаміювання стислих

масивів даних заданої величини (довжини) з відповідним масивом поточних криптостійких ПВП, правила генерації яких попередньо узгоджуються тільки двома абонентами (відправником та отримувачем ІП) з використанням асиметричної криптографії. При цьому ступінь захисту даних на АС визначається характеристиками базової процедури захисту даних на основі асиметричної криптографії, при якій кожний абонент радіомережі володіє відкритим і закритим ключами. Дані ключі встановлюються (роздаються) при первинному запуску апаратури АС МР і РС, а в процесі передачі ІП абоненти радіомережі діють наступним чином: абонент, який хоче передати інформацію (один або декілька ІП) здійснює процедуру доступу до спільного ресурсу радіомережі – радіоканалу і після успішної спроби доступу – передає абоненту-приймачу ІП пакет-запит з зашифрованими (асиметричним способом) даними сеансового ключа для генерації криптостійких ПВП, які використовуються для кодування/декодування даних в процесі стиску-захисту та відновлення даних; абонент-приймач ІП, успішно прийнявши пакет-запит, відповідає зворотнім зашифрованим пакетом, після успішного прийому якого абонент-передавач здійснює передачу (згамійованих) ІП. Для прискорення передачі зашифрованих ІП сусідні пари абонентів безпровідної мережі можуть узгоджувати правила генерації поточних криптостійких ПВП попередньо, наприклад, в період відсутності необхідності обміну інформацією. В цьому випадку абонент-передавач ІП захоплює радіоканал і передає зашифрований ІП та очікує зашифрований пакетет-квитанцію від абонента-приймача ІП.

Формування кодово-сигнальних послідовностей ІП на основі заміщення двійкових даних псевдо випадковими послідовностями

Оскільки вихідними даними АС МР і РС є пакети інформації то для реалізації надійної і високошвидкісної передачі даних в радіоканалах з обмеженою робочою смугою частот F важливо організувати завадостійку передачу високоінформативних пакетів. З метою зменшення тривалості пакетів величина бази сигналів вибирається мінімальною, $B_{\min} = 1$. Одним із ефективних підходів до реалізації оперативного завадостійкого кодування даних є внесення попередньої залежності між бітовими послідовностями та сигнальними ознаками, які передаються на модулятор (маніпулятор) радіопередавача АС [8], [9]. При цьому маніпульовані сигнали формують на основі відповідної кількості сигнальних ознак, які поставлені у відповідність до елементів інформаційного повідомлення, а сигнальні ознаки інформаційних бітів модулюють бітовими послідовностями кодів Галуа [9]. Приймання інформаційного повідомлення здійснюють шляхом демодуляції, виявлення та виправлення помилок в переданих даних. Передавання інформації шляхом маніпуляції інформаційних символів «1» та «0» ознаками послідовностей коду поля Галуа дозволяє ефективно виявити та виправити помилки при прийманні біт-орієнтованих даних за рахунок коректуючи властивостей кодів Галуа [9], [10]. В процесі завадостійкого кодування даних ІП із застосування рекурсивного кодування послідовностей бітів ІП з використанням кодів поля Галуа та формування сигнальних коректуючих послідовностей, які передаються в радіоканалі, виявлення помилок на прийомній стороні грунтується на виконанні абонентом-відправником ІП біт-орієнтованої нумерації послідовності нулів і одиниць, які передаються за допомогою кодових послідовностей Галуа. При виявленні помилок рекурентним шляхом визначається місцезнаходження того символу, який потребує виправленню. З метою формування компактних та захищених ІП здійснимо розбивку масиву даних ІП на $n-$бітові послідовності, де $n = 2,3$. За кожною поточною $n-$бітовою послідовністю,

номер якої відповідає порядковому номеру із таблиці алфавіту всіх можливих послідовностей, закріплюється поточний одиничний або нульовий біт відповідної (попередньо згенерованої) ПВП, кодові ключі генерації якої відомі абоненту-відправнику та абоненту-приймачу ІП. При цьому в процесі формування та передавання ІП закріплений поточний біт ПВП кодується (заміщується) відповідною сигнальною ознакою, яка визначає форму поточної КСП та передається на модулятор радіопередавача АС. Необхідна кількість псевдовипадкових послідовностей G_m відповідає максимальній кількості m $n-$бітових послідовностей таблиці алфавіту, а необхідна кількість сигнальних ознак дорівнює $2m$. Мінімально необхідна кількість біт (довжина) псевдовипадкових послідовностей вибирається достатньою для підрахунку кожної із m $n-$бітових послідовностей в заданому масиві псевдохаотичних даних, що підлягають передачі. Для масиву, довжиною M біт, кількість біт l псевдовипадкових послідовностей, що використовуються для підрахунку $n-$бітових послідовностей вибирається, наприклад, з урахуванням, щоб $l > M / m$. Для уникнення тривалих «одиничних» або «нульових» рівнів у сумарному сигналі, який подається на модулятор передавача, необхідно при формуванні бітових послідовностей відповідних ПВП обмежувати кількість однотипних двійкових послідовностей, що слідують одна за одною. Для цього доцільно інвертувати ту двійкову послідовність, яка створює умови для формування тривалих одиничних або нульових рівнів у сумарному сигналі.

Таким чином, для підвищення коефіцієнта стиску даних без втрат k_3 в процесі формування та передачі ІП, який відповідає коефіцієнту зменшення тривалості двійкових послідовностей ІП, необхідно збільшувати величину n. Це призводить до необхідності використання 2^{n+1} сигнальних ознак. З метою зменшення кількості сигнальних ознак, які використовуються в процесі формування компактних ІП, що веде до спрощення декодера СКП приймача АС, доцільно в криптостійких масивах даних, що підлягають передачі, уникати однотипних $b-$бітових послідовностей. Цю процедуру доцільно виконати в процесі стиску-захисту даних без втрат. На рис. 2. приведений приклад компактного кодування даних ІП на основі формування СКП з використанням заміщення двійкових даних бітами ПВП для $n = 3$.

	1 1 0	0 0 1	1 1 0	1 0 1	0 0 1	1 0 1	0 1 1	1 0 0	0 1 0	1 0 1
	6	1	6	5	1	5	3	4	2	5
G_1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
G_2	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1
G_3	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
G_4	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
G_5	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
G_6	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
	N	E	N	L	A	M	F	K	J	L



Рисунок 2 – Формування СКП з використанням заміщення двійкових даних бітами ПВП ($n = 3$)

Коефіцієнт k_3, в середньому, досягає величини $2 < k_3 \le 2.5$. Для його підвищення доцільно здійснювати упорядкування $n-$бітових послідовностей і тим послідовностям,

які частіше зустрічаються – присвоювати менші за тривалістю сигнальні ознаки. При формуванні КСП пакетів даних вибір таблиць (відповідних сигнальних послідовностей) та величини T_b залежить від якості радіоканалу, де T_b – тривалість бітового елементу стислих даних. Для збільшення коефіцієнта k_3 в масиві даних попередньо необхідно визначити частоту зустрічі n – бітових послідовностей. Сигнальні ознаки з найменшою тривалістю T_b та середньою тривалістю $T_b + \Delta$ присвоюються тим послідовностям, які найчастіше зустрічаються в масиві даних, що підлягає передачі. Шляхом псевдохаотичної зміни комбінації можливих пар сигнальних ознак, які відповідають бітам ПВП G_0 і G_1, досягається надійний захист інформації в радіоканалі. Характер зміни пар сигнальних ознак від пакету до пакету, а також на протязі часу передачі одного пакету залежить від кодових ключів генерації відповідних ПВП, значення яких (кодових ключів) залежать від параметрів сеансового ключа, узгодженого двома АС (відправником та приймачем пакетів). Подальшим розвитком підвищення інформаційної ефективності функціонування АС безпровідних мереж є формування шумоподібних інтервальних КСП зі змінною базою в залежності від рівня шумів в радіоканалі.

Висновки

Для реалізації надійної і високошвидкісної передачі даних в радіомережах з обмеженою робочою смугою частот бортовими засобами АС МР і РС запропоновані методи і алгоритми оперативного стиску та захисту різноманітних даних (сигналів, відеоданих, масивів даних) з виконанням мінімальної кількості обчислювальних операцій. Основою таких алгоритмів є математичні методи оперативної фільтрації, стиску та захисту даних, оптимізовані за швидкодією і точністю кодування. Основою для отримання достовірної інформації в процесі дистанційного моніторингу станів об'єктів, подій, явищ є дотримання умови точного відновлення параметрів суттєвих відліків сигналів і відеосигналів після реалізації алгоритмів кодування/декодування моніторингових даних та передачі ІП. Важливе відновлення динамічних характеристик обвідних сигналів з урахуванням вимог та особливостей прикладних завдань, галузей застосування адаптивних алгоритмів кодування даних. Також важливо в темпі введення та кодування даних забезпечувати контроль достовірності введення даних, задану точність кодування даних в процесі стиску сигналів та відеосигналів з допустимими (контрольованими) втратами інформації, формування криптостійких і завадостійких ІП. Для оптимізації процесів введення, обробки і кодування даних засобами АС МР і РС необхідна реалізація адаптації точності кодування даних в залежності від рівня шумів у вхідних ланках засобів введення даних, стану об'єктів контролю, наявності відповідних команд, отриманих від центральної станції. Оперативний криптозахист масивів даних реалізується в процесі стиску двійкових масивів без втрат шляхом гаміювання стислих масивів даних заданої величини з відповідним масивом поточних криптостійких псевдовипадкових послідовностей, правила генерації яких попередньо узгоджуються тільки двома абонентами (відправником та отримувачем ІП) з використанням асиметричної криптографії. Для оптимізації передачі даних в спільному радіоканалі доцільна реалізація адаптивного кодування для формування завадостійких ІП в залежності від рівня шумів в спільному радіоканалі. Одним із ефективних підходів до реалізації оперативного завадостійкого кодування даних є внесення попередньої залежності між бітовими послідовностями та сигнальними ознаками, які передаються на модулятор (маніпулятор) радіопередавача АС. При цьому маніпульовані сигнали формують на основі відповідної кількості сигнальних ознак, які поставлені у відповідність до

елементів інформаційного повідомлення, а сигнальні ознаки інформаційних бітів модулюють бітовими послідовностями псевдовипадкових кодів. Основою передачі високоінформативних пакетів є формування КСП, сигнальні ознаки яких відповідають n – бітовим послідовностям, де $n \geq 2$. Подальшим розвитком підвищення інформаційної ефективності функціонування АС безпровідних мереж є формування шумоподібних інтервальних КСП зі змінною базою в залежності від рівня шумів в радіоканалі.

Список літератури

1. Шевчук Б.М. Системний підхід до вирішення проблем оптимізації обчислень засобами об'єктних систем сенсорних мереж / Б.М. Шевчук // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2013. – № 1. – С. 88-95.
2. Шевчук Б.М. Оперативне розпізнавання фрагментів і комплексів сигналів та виділення об'єктів відеоданих засобами об'єктних систем безпровідних мереж / Б.М. Шевчук, В.К. Задірака, С.В. Фраєр, В.К. Луц // Штучний інтелект. – 2013. – № 3. – С. 275-283.
3. Шевчук Б.М. Об эффективных алгоритмах обработки, кодирования и шифрования данных на абонентских системах беспроводных сетей / Б.М. Шевчук // Компьютерная математика. – 2012. – № 1. – С. 94-101.
4. Шевчук Б.М. Надійна і захищена передача інформації в радіомережах промислового призначення та для зв'язку між мобільними роботами і рухомими системами / Б.М. Шевчук// Штучний інтелект. – 2012. – № 2. – С. 80-87.
5. Шахнович Н.В. Современные технологии беспроводной связи / Н.В. Шахнович. – [2-е изд.] – М. : Техносфера, 2006. – 288 с.
6. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоритические основы и практическое применение / Б. Скляр – [2-е изд.; пер. с анг.] – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.
7. Бунин, С.Г. Самоорганизующиеся радиосети со сверхширокополосными сигналами / С.Г. Бунин, А.П. Войтер, М.Е. Ильченко, В.А. Романюк. – К. : НПП "Издательство "Наукова думка" НАН Украины", 2013. – 444 с.
8. Шевчук Б.М. Алгоритмічні основи підвищення інформаційної ефективності передачі даних в сенсорних мережах / Б.М. Шевчук, В.К. Задірака, С.В. Фраєр // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2013. – № 12. – С. 140-149.
9. Теория надежной и защищенной передачи данных в сенсорных и локально-региональных сетях/ Я.Н. Николайчук, Б.М. Шевчук, А.Р. Воронич и др. // Кибернетика и системный анализ. – 2014. – № 2. – С. 161-174.
10. Николайчук Я.М. Коди поля Галуа: теорія і застосування / Я.М. Николайчук. – Тернополь: ТОВ Тернограф", 2010. – 576 с.

References

1. Shevchuk, B.M. The systems approach to problem solving calculations optimization objective means of sensor networks / B.M. Shevchuk // Information Technology and Computer Engineering. – 2013. - №1. – pp. 88-95. [in ukrainian]
2. Shevchuk BM Prompt recognition of fragments and complex signals and selection of objects by means of video object of wireless networks / BM Shevchuk, V. Zadiraka, S. Freier, V. Lutz / / Artificial Intelligence. - 2013. - № 3. - P. 275-283.
3. Shevchuk BM Volume Monitor эffektyvnыh algorithms, coding and encryption of data at abonentskyh systems Wireless Networks / BM Shevchuk / / Kompyuternaya mathematics. - 2012. - № 1. - C. 94-101.
4. Shevchuk BM Reliable and secure data transmission in radio networks for industrial use and for communication between mobile robots and mobile systems / BM Shevchuk / / Artificial Intelligence. - 2012. - № 2. - P. 80-87.
5. Shakhnovich, NV Modern technology Wireless communication / NV Shakhnovich, 2nd ed.: Technosphere, 2006. - 288 p.
6. Sklar, B. Title: Digital Communications: Fundamentals and Applications (2nd Edition)/ B. Sklar // 2nd ed.: Prentice Hall PTR, 2003. – 1070 p.
7. Bunin, S.G. Self-organizing radio networks with ultrabandwidth signals / S.G. Bunin, A.P. Voiter, M.E. Ilchenko, V.A. Romanuk. – Kiiv : "Navukova dumka", 2013. – 444p. [in russian]

8. Shevchuk, B.M. Algorithmic foundations increase information efficiency of data transmission in sensor networks / B.M. Shevchuk, V.K. Zadiraka, S.V. Fraer // Computer means, networks and systems. – 2013. - № 12. – pp. 140-149. [in ukrainian].
9. Nykolaychuk YN, Shevchuk BM, Voronych AR et al nadezhnoy Theory and Data services in zaschyschennoy sensornыh and locally rehyonalnыh setyah / YN Nykolaychuk, BM Shevchuk, AR Voronych et al / / Cybernetics and systems analysis. - 2014. - № 2. - P. 161-174.
10. Nykolaychuk JM Codes, Galois fields: theory and applications / YM Nykolaychuk - Ternopol: Ternohraf LLC ", 2010. - 576 p.

RESUME

B.M. Shevchuk, V.K. Zadiraka, V.K. Luts

Effective For Speed and Accuracy of Operative Coding Methods of Processing, Encoding and Transmission of Information to Build a Board With Mobile Robots and Mobile Systems

Background: Subject to minimize computational operations onboard with mobile robots and moving of the proposed methods and algorithms for operational processing, coding signals and video signals, compact, encryption and anti-interference coding data sets, the formation is minimized for the duration of signal coding sequences of packets of information transmitted in wireless networks. The aim of the study is to optimize the processing, encoding and transmission of data by means of the user's on-board systems of wireless networks for communication with mobile robots and mobile systems, unmanned devices with the use of limited-capacity on-board processors, implementation of fast and accurate processing of monitoring data and achieve the specified values degree of cryptographic information in wireless networks and maintain the current level of data protection from distortion channel-hurt.

Materials and methods: The proposed method in operational processing and data encoding basic computing operations of the subtraction signal samples, summation modulo two and displacement data.

Results: Proposed methods and algorithms for compression-protection signals, video and data sets, forming a compact and secure package information to build a board with mobile robots, unmanned aerial vehicles, mobile systems.

Conclusion: The basis of reliable information is accurate restoration of compliance with the terms of parameters essential signal samples and after the implementation of algorithms for video encoding/decoding and packet. Operational encryption data sets sold during compression of binary arrays without loss by summing modulo two compressed data sets given value of the corresponding array current encryption pseudorandom sequences generate rules which previously agreed only two parties (sender and receiver packages) using asymmetric cryptography. One of the effective approaches to the implementation of the anti-interference coding data is to introduce the prior relationship between the bit sequences and signal characteristics that are transmitted to the modulator transmitter. The basis for the transfer of highly informative package is to create a coded-signal sequences, signal characteristics which correspond to *n*-bits sequences, where $n \geq 2$. Further development of information increase the efficiency of the subscribers of wireless networks is the formation of noise-signal interval of code sequences with variable basis depending on the level of noise in the channel.

Стаття надійшла до редакції 14.04.2014.